

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА» (НГТУ)**

---

Институт промышленных технологий машиностроения (ИПТМ)

---

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Манцеров С.А.  
подпись ФИО

“06” июня 2023 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.10 Нанотехнологии в машиностроении**

для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

Направленность: Технология машиностроения

Форма обучения: очная, очно-заочная

Год начала подготовки 2022, 2023

Выпускающая кафедра ТиОМ

Кафедра-разработчик ТиОМ

Объем дисциплины 72/2  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: Кабалдин Ю.Г., доктор технических наук, профессор

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 17.08.2020 № 1045

на основании учебных планов принятых УМС НГТУ:

год начала подготовки	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
2022	№ 15 от 14.04.2022	№ 15 от 14.04.2022
2023	№11 от 14.03.2023	№15 от 28.03.2023

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 25.05.2023 № 6

Зав. кафедрой *к.т.н, доцент, Лаптев И.Л.* \_\_\_\_\_

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная программа, Протокол от 06.06.2023 № 12

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 15.04.05-т-8  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>СОДЕРЖАНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>1. 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Цель освоения дисциплины: .....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) состоит в: .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>8</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	9
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>18</b>
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	18
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>21</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА .....	21
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	21
7.2. Перечень информационных справочных систем .....	22
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....</b>	<b>22</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>22</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>23</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	23
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....	24
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	24
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	24
11.1.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета .....	24

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цель освоения дисциплины:

Цель освоения дисциплины состоит в ознакомлении с нанотехнологиями, применяемыми в машиностроительном производстве.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) состоит в:

- изучить свойства, дефекты и область применения наноматериалов;
- рассчитать прочность структурных элементов твердых сплавов, а также ознакомиться с механизмом изнашивания твердосплавного режущего инструмента;
- смоделировать процесс осаждения наноструктурных покрытий на режущий инструмент и изучить эксплуатационные свойства.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Нанотехнологии в машиностроении» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1 (Б1.Б.10), установленного ФГОС ВО, и является обязательной для всех профилей направления подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Математическое моделирование в машиностроении, Экономическое обоснование проектных решений, Проектирование технологических процессов изделий машиностроения, Компьютерные интегрированные производственные технологии, Проектирование машиностроительного производства, Метрологическое обеспечение производства, Технология обработки полимерных и композиционных материалов, Управление технологическим оборудованием с ЧПУ, Технологическое обеспечение качества, Технологическая (проектно-технологическая) практика, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины			
	1	2	3	4
Нанотехнологии в машиностроении (ОПК-1, ПК-3)				
Математическое моделирование в машиностроении (ОПК-1)				
Экономическое обоснование проектных решений (ОПК-1, ПК-3)				
Проектирование технологических процессов изделий машиностроения (ПК-3)				
Компьютерные интегрированные производственные технологии (ПК-3)				
Проектирование машиностроительного производства (ПК-3)				

Метрологическое обеспечение производства (ПК-3)				
Технология обработки полимерных и композиционных материалов (ПК-3)				
Управление технологическим оборудованием с ЧПУ (ПК-3)				
Технологическое обеспечение качества (ПК-3)				
Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-3)				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1, ПК-3)				

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины				
	1	2	3	4	5
Нанотехнологии в машиностроении (ОПК-1, ПК-3)					
Математическое моделирование в машиностроении (ОПК-1)					
Экономическое обоснование проектных решений (ОПК-1, ПК-3)					
Проектирование технологических процессов изделий машиностроения (ПК-3)					
Компьютерные интегрированные производственные технологии (ПК-3)					
Проектирование машиностроительного производства (ПК-3)					
Метрологическое обеспечение производства (ПК-3)					
Технология обработки полимерных и композиционных материалов (ПК-3)					
Управление технологическим оборудованием с ЧПУ (ПК-3)					
Технологическое обеспечение качества (ПК-3)					
Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-3)					
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1, ПК-3)					

## ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Код ПС и ТФ	Квалификационные требования к выбранной ТФ	Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ОПК-1.</b> Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований	<b>ИОПК-1.4.</b> Определяет возможности использования нанотехнологий в задачах конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств.	<b>Уметь:</b> - определять возможности использования нанотехнологий в задачах конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств. <b>Владеть:</b> - навыком использования нанотехнологий в задачах конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств. <b>Знать:</b> - особенности нанотехнологий для применения в задачах конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств.			Блиц-опрос	Вопросы для устного собеседования: билеты
<b>ПК-3.</b> Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности с обеспечением требуемого качества, в том числе из	<b>ИПК-3.2</b> Применяет знания в области нанотехнологий в машиностроении для создания современных и эффективных технологий	<b>Уметь:</b> - применять знания в области нанотехнологий в машиностроении для создания современных и эффективных технологий. <b>Владеть:</b> - навыком использования нанотехнологий в машиностроении для создания современных и эффективных процессов изготовления изделий. <b>Знать:</b> - основные нанотехнологии в машиностроении для создания	40.031 С/03.6	<u>Трудовые действия:</u> - Разработка технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства. - Назначение технологических режимов технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства. - Анализ технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности серийного	Блиц-опрос	Вопросы для устного собеседования: билеты

полимерных материалов, применять нанотехнологии, выбирать контрольно-измерительную оснастку, разрабатывать технологии и управляющие программы для станков с ЧПУ, разрабатывать элементы машиностроительного производства		современных и эффективных технологий		<p>(массового) производства.</p> <p><u>Трудовые умения:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбирать технологические режимы технологических операций.</li> <li>- Использовать САРР- системы для оформления технологической документации.</li> </ul> <p><u>Трудовые знания:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных деталей средней сложности серийного (массового) производства.</li> <li>- Основные критерии качественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства.</li> </ul>		
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/03.6(40.031 «Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении»), решает задачи производственно-технологические и проектно-конструкторские						

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. 72 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для очной/очно-заочной форм обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 4 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72/72</b>	<b>72/72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>37/38</b>	<b>37/38</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>33/34</b>	<b>33/34</b>
занятия лекционного типа (Л)	11/17	11/17
лабораторные работы (ЛР)	22/17	22/17
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4/4</b>	<b>4/4</b>
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	4/4	4/4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>35/34</b>	<b>35/34</b>
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	31/30	31/30
Подготовка к зачёту	4/4	4/4



## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы Практичес кие занятия						
4 семестр									
ОПК-1, ПК-3	Раздел 1. НАНОМАТЕРИАЛЫ – НОВЫЙ ВИД МАТЕРИАЛОВ								
	Тема 1.1. Классификация наноматериалов. Свойства и области применение наноматериалов	1	2		2	Подготовка к лекциям [1, С. 50-53]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 1.2. Методы исследования наноматериалов	1	2		1	Подготовка к лекциям [1, С. 54-56]	Презентация в PowerPoint		
	Работа по освоению 1 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)								
	Всего по разделу 1	2	4		3				
	Раздел 2. Введение в квантовую механику								
	Тема 2.1. Основные положения квантовой механики. Модели структуры атома. Синергетика структуры атома	1	2		2	Подготовка к лекциям [11, гл. 2]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 2.2. Новая интерпретация	1	2		2	Подготовка к	Презентация в		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	Периодического закона Д.И.Менделеева. Роль квантовой механики в развитии нанотехнологий					лекциям [11, гл. 3]	PowerPoint		
	Работа по освоению 2 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)								
	Всего по разделу 2	2	4		4				
	Раздел 3. Износ и прочность твердосплавного режущего инструмента								
	Тема 3.1. Расчет прочности структурных элементов твердых сплавов. Механизмы изнашивания твердосплавного режущего инструмента	1	2		2	Подготовка к лекциям [8, гл. 1-2]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 3.2. Особенности механизмов изнашивания твердосплавного инструмента с покрытием. Напряженно- деформированное состояние и расчет хрупкой прочности твердосплавного инструмента с покрытием	1	2		2	Подготовка к лекциям [8, гл. 3-4]	Презентация в PowerPoint		
	Работа по освоению 3 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	контрольная работа								
	курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)								
	Всего по разделу 3	2	4		4				
	Раздел 4. Моделирование процессов осаждения наноструктурных покрытий на режущий инструмент и их эксплуатационных свойств								
	Тема 4.1. Моделирование межатомного взаимодействия частиц покрытий с поверхностью инструмента. Атомные и термодинамические характеристики тугоплавких соединений, использующихся в качестве частиц покрытий	1	2		2	Подготовка к лекциям [10, гл. 1]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 4.2. Квантово-механическое моделирование прочности границ зерен в наноструктурных покрытиях. Основные факторы, определяющие прочность и износостойкость режущего инструмента	1	2		2	Подготовка к лекциям [8, гл. 5]	Презентация в PowerPoint		
	Работа по освоению 4 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)								
	Всего по разделу 4	2	4		4				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	Раздел 5. Дефекты покрытий и методики оценки качества наноструктурных покрытий на режущем инструменте								
	Тема 5.1. Алгоритм расчета фрактальной размерности при распознавании поверхностной структуры по изображениям. Методика оценки фрактальной размерности поверхностной структуры твердых сплавов и покрытий	1	2		2	Подготовка к лекциям [9, с. 21-36]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 5.2. Методика оценки фрактальной размерности поверхностной структуры твердых сплавов и покрытий с использованием нейронной сети. Алгоритм расчета фрактальной размерности сигналов акустической эмиссии	1	2		2	Подготовка к лекциям [9, с. 36-40]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 5.3. Оценка прочности сцепления покрытий с твердосплавной основой и их трещиностойкости по фрактальному анализу сигналов АЭ	1	2		2	Подготовка к лекциям [8, гл. 4]	Презентация в PowerPoint		
	Работа по освоению 5 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	Итого по 5 разделу	3	6		6				
	Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)				14				
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	11	22		35					
ИТОГО ЗА КУРС	11	22		35					

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очно-заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
4 семестр									
ОПК-1, ПК-3	Раздел 1. НАНОМАТЕРИАЛЫ – НОВЫЙ ВИД МАТЕРИАЛОВ								
	Тема 1.1. Классификация наноматериалов. Свойства и области применение наноматериалов	1	1		1	Подготовка к лекциям [1, С. 50-53]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 1.2. Методы исследования наноматериалов	1	1		1	Подготовка к лекциям [1, С. 54-56]	Презентация в PowerPoint		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	Работа по освоению 1 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)								
	Всего по разделу 1	2	4		3				
	Раздел 2. Введение в квантовую механику								
	Тема 2.1. Основные положения квантовой механики. Модели структуры атома. Синергетика структуры атома	1	1		2	Подготовка к лекциям [11, гл. 2]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 2.2. Новая интерпретация Периодического закона Д.И.Менделеева. Роль квантовой механики в развитии нанотехнологий	1	1		2	Подготовка к лекциям [11, гл. 3]	Презентация в PowerPoint		
	Работа по освоению 2 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)								
	Всего по разделу 2	2	2		4				
	Раздел 3. Износ и прочность твердосплавного режущего инструмента								
	Тема 3.1. Расчет прочности структурных элементов твердых сплавов. Механизмы изнашивания твердосплавного	1	1		2	Подготовка к лекциям [8, гл. 1-2]	Презентация в PowerPoint		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	режущего инструмента								
	Тема 3.2. Особенности изнашивания механизмов твердосплавного инструмента с покрытием. Напряженно-деформированное состояние и расчет хрупкой прочности твердосплавного инструмента с покрытием	2	2		2	Подготовка к лекциям [8, гл. 3-4]	Презентация в PowerPoint		
	Работа по освоению 3 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)								
	Всего по разделу 3	3	3		4				
	Раздел 4. Моделирование процессов осаждения наноструктурных покрытий на режущий инструмент и их эксплуатационных свойств								
	Тема 4.1. Моделирование межатомного взаимодействия частиц покрытий с поверхностью инструмента. Атомные и термодинамические характеристики тугоплавких соединений, использующихся в качестве частиц покрытий	2	2		2	Подготовка к лекциям [10, гл. 1]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 4.2. Квантово-механическое моделирование прочности границ зерен в наноструктурных	2	2		2	Подготовка к лекциям [8, гл. 5]	Презентация в PowerPoint		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	покрытиях. Основные факторы, определяющие прочность и износостойкость режущего инструмента								
	Работа по освоению 4 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)								
	Всего по разделу 4	4	4		4				
	Раздел 5. Дефекты покрытий и методики оценки качества наноструктурных покрытий на режущем инструменте								
	Тема 5.1. Алгоритм расчета фрактальной размерности при распознавании поверхностной структуры по изображениям. Методика оценки фрактальной размерности поверхностной структуры твердых сплавов и покрытий	2	2		2	Подготовка к лекциям [9, с. 21-36]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 5.2. Методика оценки фрактальной размерности поверхностной структуры твердых сплавов и покрытий с использованием нейронной сети. Алгоритм расчета фрактальной размерности сигналов акустической эмиссии	2	2		2	Подготовка к лекциям [9, с. 36-40]	Презентация в PowerPoint		
	Тема 5.3. Оценка прочности	2	2		2	Подготовка к	Презентация в		



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	сцепления покрытий с твердосплавной основой и их трещиностойкости по фрактальному анализу сигналов АЭ					лекциям [8, гл. 4]	PowerPoint		
	Работа по освоению 5 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)								
	Итого по 5 разделу	6	6		6				
	Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)				13				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	17		34				
	ИТОГО ЗА КУРС	17	17		34				

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Для текущего контроля студентов используется выданная тематика реферата и вопросы по теории в рамках выполнения практических работ.

Перечень вопросов для промежуточного контроля:

1. Кем был впервые использован термин «нанотехнология»?
2. Сформулируйте основные особенности проявления квантовых размерных эффектов в наноматериалах.
3. Как нанотехнология может применяться в машиностроении?
4. Что такое «электронная микроскопия»? На какие направления она подразделяется?
5. Что можно измерить с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ)? Опишите принцип действия.
6. В чем заключаются постулаты Н. Бора?
7. В чем заключается содержание правил Хунда?
8. Какую роль наиболее неустойчивой переменной в процессах самоорганизации играет принцип подчинения?
9. Результатом какого нарушения считают образование материи при возникновении Вселенной?
10. Что значит словосочетание «ридбергское состояние»?
11. Почему по мере роста заряда ядра, структура внешних электронных слоев испытывает квантовые флуктуации и воспроизводится в следующих периодах?
12. Почему с ростом заряда ядра, т.е. с увеличением числа электронов, происходит периодическое «уменьшение размеров» атомов, а следовательно, и их атомных объемов?
13. В чем заключается самоstructuring Вселенной?
14. Для чего нужно антиколлапсирующее явление?
15. Какими свойствами обладает каждый электрон?
16. Дайте определение понятию «устойчивость».
17. Как работает искусственная молекулярная технология?
18. Что понимают под вычислительной нанотехнологией?

Таблица 5 – Оценивание при текущем контроле и оценке выполнения практических и лабораторных работ

Шкала оценивания	Текущий контроль	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-49% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 50-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований	ИОПК-1.4. Определяет возможности использования нанотехнологий в задачах конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не усвоены основные закономерности и правила метрологического обеспечения производства, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по видам, методам и особенностям метрологического обеспечения производства. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

ПК-3. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности с обеспечением требуемого качества, в том числе из полимерных материалов, применять нанотехнологии, выбирать контрольно-измерительную оснастку, разрабатывать технологии и управляющие программы для станков с ЧПУ, разрабатывать элементы машиностроительного производства	ИПК -3.8 Анализирует и разрабатывает метрологическое обеспечение машиностроительного производства, выполняет процессы измерений, испытаний и контроля, проводит метрологическую экспертизу.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не усвоены основные закономерности и правила метрологического обеспечения производства, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по видам, методам и особенностям метрологического обеспечения производства. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
---	--	---	--	--	---

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронный адрес кафедры ТиОМ [kpmis@nntu.ru](mailto:kpmis@nntu.ru)

Для самостоятельного изучения теоретической части курса, подготовки к практическим занятиям на кафедре ТиОМ и в научно-технической библиотеке (<https://library.nntu.ru/megapro/web>) имеются:

### 6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Таблица 7 – Перечень учебной литературы

№ р-ла	Наименование учебно-методического обеспечения
1	1 Андриевский Р.А. Наноматериалы: концепция и современные проблемы // Российский химический журнал. 2002. т. 46. № 5. С. 50–56. 2. Агафонов К.П. Трение-относительность-кванты или универсальная модель физических взаимодействий. М.: ВНИИТЭМР, 1990.-47с.
2	3. Бор Н. Возникновение квантовой механики // Избранные научные труды. В 2т. М.: Наука, 1971. т.2. – 256с. 4. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 2000. 272 с.
3	5. Воронов В.К., Подоплепов А. В., Сагдеев Р.З. Физика на переломе тысячелетий: Физические основы нанотехнологий. Учебник. – М.: Издательский дом <<ЛИБРОКОМ>>, 2011. – 432с. 6. Верин О.Г. Природа элементарных частиц, квантовая теория и великое объединение. М.: Контур-М. 2005. -134 с.
4	7. Веденяпин В.В. Математическое моделирование нанотехнологических процессов и наноструктур. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2003.-196с. 8. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с покрытием. М.: Машиностроение. 1993. – 336с.
5	9. Встовский Г.В., Колмаков А.Г., Бунин И.Ж. Введение в мультифрактальную параметризацию структур материалов. М.;Ижевск: научно-издательский центр <<Регулярная и хаотическая динамика >>, 2001.-115с. 10. Барсуков О.А., Емишев М.А.. Основы атомной физики. – М.: научный мир, 2006. – 648с. 11. Гейзенберг В. Физические принципы квантовой механики. М.: НИЦ РХД. 2002.-326с.

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование, <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал, <http://www.school.edu.ru/default.asp>

Научно-техническая библиотека НГТУ

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>

ЭК книг и периодических изданий

<https://library.nntu.ru/megapro/web>

Библиотека электронных учебников

<http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>

## 8.2. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 9 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 9 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 10 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную, информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 10 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п\п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Основы научных исследований	1) № 4102 (Лаборатория резания материалов) учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 28в	1) Столы, стулья на 30 чел. Аудиторная доска для мела. 2) Проектор, экран, компьютер/ноутбук 3) Microsoft Office 2007 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel), T-Flex Docs 7x (лиц. № Б00001494)

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС).

При преподавании дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (4 сем магистратуры) с учетом текущей успеваемости.

## **11.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Методические материалы по лабораторным работам находится на кафедре в электронном виде.

## **11.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных отчетов по лабораторным работам и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в **Разделе 6**.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере. Через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» можно воспользоваться ресурсами электронной информационно-образовательной среды университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системы (ЭБС), где в электронном виде размещены учебные и учебно-методические материалы.

# **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **12.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- ответ на вопросы преподавателя по темам курса

### **12.1.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета**

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ОПК-1; ИОПК-1.4) :

1. Кем был впервые использован термин «нанотехнология»?



2. Сформулируйте основные особенности проявления квантовых размерных эффектов в наноматериалах.
3. Как нанотехнология может применяться в машиностроении?
4. Что такое «электронная микроскопия»? На какие направления она подразделяется?
5. Что можно измерить с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ)? Опишите принцип действия.
6. В чем заключаются постулаты Н. Бора?
7. В чем заключается содержание правил Хунда?
8. Какую роль наиболее неустойчивой переменной в процессах самоорганизации играет принцип подчинения?
9. Результатом какого нарушения считают образование материи при возникновении Вселенной?

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК-3: ИПК-3.2):

1. Что значит словосочетание «ридбергское состояние»?
2. Почему по мере роста заряда ядра, структура внешних электронных слоев испытывает квантовые флуктуации и воспроизводится в следующих периодах?
3. Почему с ростом заряда ядра, т.е. с увеличением числа электронов, происходит периодическое «уменьшение размеров» атомов, а следовательно, и их атомных объемов?
4. В чем заключается самоструктурирование Вселенной?
5. Для чего нужно антиколлапсирующее явление?
6. Какими свойствами обладает каждый электрон?
7. Дайте определение понятию «устойчивость».
8. Как работает искусственная молекулярная технология?
9. Что понимают под вычислительной нанотехнологией?

### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

Для проведения текущего контроля студенту выдается одна из тем курса для выполнения реферата и презентации для доклада.

Также студент в ходе выполнения лабораторных работ отвечает на вопросы по тематике курса.